



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 48 472 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 L 5/28**  
G 01 L 1/22  
G 01 L 1/16  
G 01 L 3/22  
F 16 D 65/00

⑲ Aktenzeichen: 101 48 472.0  
⑳ Anmeldetag: 1. 10. 2001  
㉑ Offenlegungstag: 17. 4. 2003

⑦① Anmelder:  
Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH,  
80809 München, DE

⑦② Erfinder:  
Baumgartner, Johann, 85368 Moosburg, DE;  
Ganzhorn, Dirk, 80809 München, DE

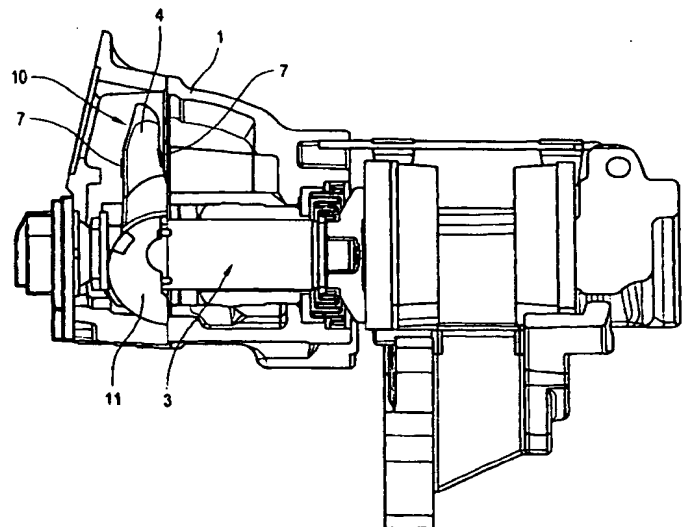
⑤⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 196 51 969 C2  
DE 44 18 791 C1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Scheibenbremse und Verfahren zur Bestimmung der Bremskraft einer Scheibenbremse

⑤⑦ Eine Scheibenbremse mit einem Aktuator, der einen Bremsbetätigungshebel (4) aufweist und in einem Bremsattel (1) angeordnet ist und ein Verfahren zur Bestimmung der Bremskraft bei Bremsungen mit einer Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche zeichnen sich dadurch aus, daß zumindest am Bremsbetätigungshebel (4), am Bremsaktuator (3), am Bremsattel (1) und/oder an einem Bremsträger (6) wenigstens ein Spannungssensor (7, 8) angeordnet ist, mit dem Spannungen zur Bestimmung der Bremskraft gemessen werden. Besonders geeignet ist eine Anordnung am Bremsbetätigungshebel (4).



DE 101 48 472 A 1

DE 101 48 472 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Scheibenbremse nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Bestimmung der Bremskraft einer Scheibenbremse nach dem Oberbegriff des Anspruchs 21.

[0002] Bei Bremsen verschiedenster Art, insbesondere bei pneumatisch betätigten Nutzfahrzeugbremsen erfolgt die Bremskraftübertragung mittels eines Bremsbetätigungshebels, der von der Kolbenstange eines Bremszylinders betätigt wird. Der Bremsbetätigungshebel setzt die Kraft der Betätigungseinheit (Membranzylinder, allgemeiner Aktuator) mit dem Übersetzungsverhältnis des Bremsbetätigungshebels um bzw. multipliziert diese mit dem Übersetzungsverhältnis und erhöht damit die Bremskraft. Ein besonderer Vorteil eines derartigen Hebelsystems besteht in der Möglichkeit zur Erzeugung hoher Bremskräfte mit nur relativ geringen Ausgangskräften.

[0003] Zur Steuerung und/oder Regelung der Bremskräfte wird der an dem pneumatischen Zylinder anliegende Druck ausgewertet. Dieser wird mit einem Sollwert verglichen, so daß bei Bedarf eine Regelung durchgeführt werden kann. Die Druckregelung beruht auf dem Vorhandensein eines pneumatischen Aktuators, welcher mit Druckluft gespeist wird.

[0004] Bei Bremsen, welche hydraulisch oder elektromechanisch über einen Elektromotor mit einem Linearantrieb den Hebelmechanismus der Bremse betätigen, fällt der Luftdruck als vorteilhafte Regelungsgröße weg.

[0005] Die Erfindung hat daher die Aufgabe, die Scheibenbremse der gattungsgemäßen Art sowie das Verfahren zur Bestimmung der Bremskraft der gattungsgemäßen Scheibenbremse derart weiterzuentwickeln, daß es bei Scheibenbremsen verschiedenster Bauart, insbesondere bei Scheibenbremsen mit verschiedensten Aktuatoren, beispielsweise in pneumatischer, hydraulischer oder elektromechanischer Ausbildung anwendbar ist.

[0006] Die Erfindung erreicht dieses Ziel in Hinsicht auf die Scheibenbremse durch den Gegenstand des Anspruchs 1 und in Hinsicht auf das Verfahren zur Bestimmung der Bremskraft durch den Gegenstand des Anspruchs 21.

[0007] Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0008] Dabei ist zumindest am Bremsbetätigungshebel, am Bremsaktuator, am Bremssattel und/oder an einem Bremsträger wenigstens ein Spannungssensor angeordnet. Aus den Spannungsmessungen werden dann die Bremskräfte ermittelt, z. B. durch Vergleich und/oder Multiplikation mit vorgespeicherten Referenzwerten oder Konstanten. Die Erfindung setzt bei dem Gedanken an, die Bremskraft über Spannungsmessungen direkt an der Scheibenbremse zu ermitteln und schlägt zur Durchführung der Messung an der Bremse an dieser besonders geeignete Elemente vor, welche bisher nicht zur Messung der Bremskraft genutzt wurden.

[0009] Diese Meßgröße ist nach einer besonders vorteilhaften Idee der Erfindung um so besser zur Messung geeignet, je weniger Glieder zwischen der Meßgröße und der tatsächlichen Bremskraft liegen, da jedes Übertragungsglied wiederum fehlerhaft ist.

[0010] Die Meßstelle bzw. das Element, an dem gemessen wird, darf wiederum keinem Verschleiß unterliegen, da sonst die Messungen im Laufe eines Bremslebens unterschiedliche Werte liefern würden. Ebenso ist es wichtig, daß keine äußeren Umwelteinflüsse wie Schmutz, Feuchtigkeit und mechanische Einflüsse, z. B. aufgeschleuderte Steine, die Meßstelle verunreinigen oder sogar in der Funktion beeinträchtigen können. Die Meßstelle muß bezüglich der hohen auftretenden Temperaturen im Bremsbetrieb geeignet

gewählt werden. Insgesamt ist eine geringe Störanfälligkeit zu gewährleisten, um den Ansprüchen an dieses sicherheitsrelevante Teil gerecht zu werden. Daher sollte die Meßstelle vorzugsweise in einer geschützten Umgebung innerhalb der Bremse bzw. des Bremssattels angeordnet sein.

[0011] Als wohl optimalste Meßstelle hat sich überraschenderweise der Bremsbetätigungshebel der Bremse herauskristallisiert. Er befindet sich im Inneren des Bremsgehäuses bzw. -sattels und ist somit geschützt vor äußeren Einflüssen. Er unterliegt keinem Verschleiß und ist für die Gesamtlebensdauer einer Bremse ausgelegt. Am Bremsbetätigungshebel wird die Kraft der Betätigungseinheit eingeleitet. Er verhält sich wie ein Biegebalken, an dem auf der einen Seite Zugspannungen und auf der anderen Seite Druckspannungen entsprechend der Belastung auftreten. Am Bremsbetätigungshebel wird daher wenigstens einer, vorzugsweise mehrere der Spannungssensoren angeordnet.

[0012] Anstelle des Bremsbetätigungshebels kann auch der Bremssattel selbst als Ort der Messung genutzt werden. Er dehnt sich bei Betätigung der Bremse als Folge der auftretenden Reaktionskräfte aus.

[0013] Als weitere geeignete Meßstelle kann ein Verschlußgehäuse für den Bremssattel genutzt werden. An der Innenseite des Verschlußgehäuses oder direkt am Bremssattel stützt sich der Bremsbetätigungshebel über Lager ab, so daß hier die Bremskraft über das Verschlußgehäuse – bei einer mehrteiligen Ausbildung des Bremssattels mit Verschraubungen – oder direkt in den Bremssattel – bei einer einteiligen Ausbildung – eingeleitet wird. Spannungen sind hier im wesentlichen proportional zur Bremskraft und können als Meßsignal zur Steuerung der Bremse verwendet werden.

[0014] Die Meßgrößen können mit entsprechend angebrachten Dehnungsmeßstreifen oder mit piezoelektrischen Elementen, welchen ein Meßverstärker nachgeschaltet ist, ausgewertet werden. Das dabei erhaltene Signal steht in direkter Relation zur Bremskraft bzw. zum Bremsmoment und kann daher als Meßgröße für die Regelung der Bremse verwendet werden.

[0015] Dehnungsmeßstreifen können je nach Meßstelle zur Viertel-, Halb- oder Vollbrücke geschaltet und mit einem einfachen Meßverstärker ausgewertet werden.

[0016] Piezzolemente, die in eine Bohrung an der Meßstelle eingepreßt werden, liefern ebenfalls ein der Verformung des Teils entsprechendes Signal.

[0017] Das Anbringen der DMS kann durch verschiedene Verfahren erfolgen.

[0018] So können die Dehnungsmeßstreifen auf eine Fläche aufgeklebt werden. Als vorteilhafte Variante werden die DMS auf ein Trägerblech aufgebracht. Das Blech kann dann ohne weiteres auch unter ungünstigeren Bedingungen wie Schmutz, Feuchtigkeit o. ä., welche am Montageband auftreten können, auf die Meßstelle angeschweißt werden. Hiermit ist auch eine industrielle Produktion von Bremsbetätigungshebeln mit DMS möglich.

[0019] Die Piezzolemente werden dagegen vorzugsweise in eine Bohrung eingepreßt. Dafür ist jedoch nur eine Bohrung mit einem bestimmten Toleranzfeld nötig. Damit ist eine Produktion problemlos möglich.

[0020] Aus der DE 196 40 901 C2 ist es zwar bekannt, an einem elektromechanischen Bremsaktuator mittels eines Sensors eine elastische Verformung der Zuspännvorrichtung zu messen, aus welcher die ausgeübte Zuspännkraft bestimmt wird. Dieses System hat aber den Nachteil, daß der Aktuator und die Betätigungseinheit eine nicht trennbare Einheit sind. Beim Austausch des Aktuators durch eine Betätigungseinheit mit einem anderen Funktionsprinzip fällt somit der Sensor weg. Hier schafft die Erfindung auf einfache

che Weise Abhilfe.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigt:

[0022] Fig. 1 eine Draufsicht auf eine erste Scheibenbremse erfindungsgemäßer Bauart;

[0023] Fig. 2a, b Rückansichten einer zweiten und einer dritten Scheibenbremse erfindungsgemäßer Bauart;

[0024] Fig. 3 einen Schnitt durch eine vierte Scheibenbremse erfindungsgemäßer Bauart;

[0025] Fig. 4 eine Draufsicht auf die Scheibenbremse der Fig. 3;

[0026] Fig. 5, 6 Bremsbetätigungshebel für die Scheibenbremse aus Fig. 3;

[0027] Fig. 7 einen Bremsträger einer fünften erfindungsgemäßen Scheibenbremse;

[0028] Fig. 8 eine Meßschaltung für die Bremsen der Fig. 1-7;

[0029] Fig. 9a, b Diagramme, welche den proportionalen Zusammenhang zwischen der Bremskraft und dem ermittelten Dehnungsmeßstreifen-Signal anhand von Messungen am Bremsbetätigungshebel sowie am Bremssattel veranschaulichen.

[0030] Fig. 1 und 3 zeigen jeweils eine Scheibenbremse mit einem eine Bremsscheibe 2 – hier nicht dargestellt – übergreifenden Bremssattel 1, wobei auf einer Seite des Bremssattels eine Zuspännvorrichtung mit einem Aktuator 3 (z. B. elektrischer Verschleißnachsteller) angeordnet ist. Ein Bremsbetätigungshebel 4 wirkt dabei auf die nicht dargestellte Kolbenstange eines Bremszylinders ein. Der Aktuator dient zum Vorschieben von Bremsbelägen 5 in Richtung der Bremsscheibe 2 zur Verschleißnachstellung. Der Bremssattel 1 wird mittels eines Bremsträgers 6 an einer Radachse verschiebbar gelagert (Fig. 7).

[0031] Mit der Erfindung wird insbesondere für derartige Bremsen, wobei die Zuspännvorrichtung nach unterschiedlichen Funktionsprinzipien, z. B. pneumatisch, elektromechanisch oder hydraulisch betätigbar sein kann, eine geeignete Meßgröße für die Bremskraft bereitgestellt.

[0032] Eine Möglichkeit zur Durchführung der Messung stellt der Bremssattel 1 dar. Diese Variante zeigt Fig. 1. Auf den Bremssattel 1 werden dabei in dem Bereich, in welchem die Reaktionskräfte von der den Aktuator aufnehmende Seite der Bremssattels auf die Reaktionsseite übertragen werden – z. B. in dem Bremsscheibe übergreifenden Bereich – Dehnungsmeßstreifen 7 (schwarze Rechtecke) oder Piezzolemente 8 (schwarze Kreise) aufgebracht. Wenigstens ist ein Meßstreifen oder ein Piezzolement vorgesehen, vorteilhaft werden mehrere der Dehnungsmeßstreifen 7 oder der Piezzolemente 8 am Bremssattel 1 verteilt.

[0033] Durch Schrägverschleiß an den Bremsbelägen kann eine unsymmetrische Belastung am Bremssattel 1 auftreten. Deshalb ist es auch sinnvoll, die Spannungen gegebenenfalls an beiden Seiten des Bremssattels 1 aufzunehmen und diese zu mitteln. Ein Vorteil dieser Anordnung liegt auch in der direkten Messung der Bremskraft ohne mechanische Zwischenglieder, welche eine Hysterese aufweisen können.

[0034] Alternativ/ergänzend können die Dehnungsmeßstreifen 7 oder die Piezzolemente 8 auch in dem von der Bremsscheibe abgewandten Bereichen des Bremssattels 1 oder im inneren oder äußeren Bereich eines Verschlußgehäuses 9 (kann auch dem zweiten Sattelteil entsprechen) angeordnet sein (Fig. 2a und 2b).

[0035] Nach Fig. 3 bis 6 sind die Dehnungsmeßstreifen 7 oder die Piezzolemente 8 alternativ und/oder ergänzend zu den vorstehenden Ausführungsformen am Bremsbetätigungshebel 4 angeordnet, und zwar bevorzugt zwischen der Ausnehmung 10 für die Kolbenstange am Bremsbetä-

gungshebel 4 und dem unteren, exzenterartigen Abschnitt 11 des Bremsbetätigungshebels 4.

[0036] Vorzugsweise sind ferner jeweils auf der der Bremsscheibe zugewandten und auf der von der Bremsscheibe abgewandten Fläche des Bremsbetätigungshebels 4 die Dehnungsmeßstreifen 7 und/oder die Piezzolemente 8 angeordnet (siehe Fig. 3, 5 und 6).

[0037] Fig. 7 zeigt ergänzend/alternativ eine Ausführungsform, bei welcher die Bremsmomentmessung mittels am Bremsträger 6 und dort vorzugsweise mittels an den Bremsträgerhörnern angeordneter Dehnungsmeßstreifen 7 oder Piezzolemente 8 erfolgt.

[0038] Über eine an den Bremsbetätigungshebeln 4 und/oder an den Bremssattel 1 oder ein anderes geeignetes Element angeschlossenes Kabel 12 kann – ggf. zusammen mit weiteren Daten- und/oder Spannungsversorgungsleitungen – das Meßsignal einer Meßschaltung zugeleitet werden, wie sie in Fig. 8 dargestellt ist.

[0039] Am Bremsbetätigungshebel 4 läßt sich durch Anbringen von ein bis vier Dehnungsmeßstreifen an der Vorderseite und/oder Rückseite des Bremsbetätigungshebels 4 eine Viertel-, Halb- bzw. Vollbrücke zur Auswertung der auftretenden Spannungen realisieren.

[0040] Die Meßschaltung weist eine Meßbrücke 14 aus vier je einen Widerstand RDMS1, RDMS2, RDMS3, RDMS4 bildenden Dehnungsmeßstreifen 7 auf, an die eine Meßspannung UE gelegt wird. Die Meßbrücke der Fig. 8 wird ggf. durch den als Miniaturverstärker auslegbaren Verstärker 13 zur Vollbrücke ergänzt. Das Ausgangssignal der Meßbrücke 14 wird einem Verstärker 13 zugeleitet, dessen Ausgangssignal ein der Bremskraft proportionaler Spannungswert ist. Dieser Wert wird ggf. einer Signalaufbereitungseinheit 15 und von dort zur Auswertung einem Steuergerät 16 für die Bremse (z. B. ein EBS-Steuergerät) zugeführt.

[0041] Der Verstärker 13 läßt sich als Miniaturverstärker vorteilhafterweise in die Bremse integrieren. Das Kabel 12 muß dann nur zwei Versorgungskabel mit einer Speisespannung aufweisen und zwei Leitungen für das Meßsignal. Ebenso ist es denkbar, den Verstärker 13 in die Rückseite der Dehnungsmeßstreifen 1 zu integrieren.

[0042] Bei einer Messung mit zwei und besser noch vier Dehnungsmeßstreifen 7 läßt sich auch der Temperatureinfluß auf die Messung eliminieren.

[0043] Der Verstärker 13 ist auch direkt in dem Bremsbetätigungshebel 4 integrierbar (nicht dargestellt). Damit lassen sich die Leitungen zum Verstärker kurz halten und die Störungen auf das Meßsignal werden reduziert. Alternativ dazu kann das Signal über einen Sender an der Rückseite des Bremsbetätigungshebels 4 berührungslos nach außen übertragen werden. Dies hat den Vorteil, daß keine Leitungen vom sich bewegenden Bremsbetätigungshebel 4 zum ruhenden Sattel 1 gelegt werden müssen. Die Energieversorgung des Meßsystems erfolgt hierbei auch berührungslos.

[0044] Zur Steuerung der Bremse ist ein Zusammenhang zwischen dem Meßsignal und der Bremskraft zu finden. Bei der Messung der Spannungen am Bremsbetätigungshebel 4 ergibt sich ein im wesentlichen linearer und in einem Datenspeicher verspeicherbarer Zusammenhang nach Art der Fig. 9. Damit läßt sich einem Meßsignal eindeutig eine Bremskraft zuordnen, welche zur Steuerung und Regelung der Bremse erforderlich ist. Besonders augenscheinlich wird die Eignung des Bremsbetätigungshebels 4 für die Messung.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Bremssattel
- 2 Bremsscheibe

3 Aktuator  
 4 Bremsbetätigungshebel  
 5 Bremsbelägen  
 6 Bremsträger  
 7 Dehnungsmeßstreifen  
 8 Piezzolemente  
 9 Verschlußgehäuse  
 10 Ausnehmung  
 11 exzenterartiger Abschnitt  
 12 Datenleitung  
 13 Verstärker  
 14 Meßbrücke  
 15 Signalaufbereitungseinheit  
 16 Steuergerät  
 17 Bremsträgerhörner

#### Patentansprüche

1. Scheibenbremse mit einem Aktuator, der einen Bremsbetätigungshebel (4) aufweist und in einem Bremssattel (1) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest am Bremsbetätigungshebel (4), am Bremsakuator (3), am Bremssattel (1) und/oder an einem Bremsträger (6) wenigstens ein Spannungssensor (7, 8) angeordnet ist.
2. Scheibenbremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Spannungssensor eine Meßschaltung zur Auswertung der Spannungssignale nachgeschaltet ist.
3. Scheibenbremse nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungssensor wenigstens einen, vorzugsweise mehrere Dehnungsmeßstreifen (7) aufweist.
4. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungssensor wenigstens ein, vorzugsweise mehrere Piezzolemente (8) aufweist.
5. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer, vorzugsweise mehrere der Dehnungsmeßstreifen (7) oder der Piezzolemente (8) an dem Bremsbetätigungshebel (4) angeordnet sind.
6. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsmeßstreifen (7) und/oder die Piezzolemente (8) zwischen einer Ausnehmung (10) des Bremsbetätigungshebels (4) für die Kolbenstange eines Bremszylinders und einem unteren, exzenterartigen Abschnitt (11) des Bremsbetätigungshebels (4) angeordnet sind.
7. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsmeßstreifen (7) oder die Piezzolemente (8) auf der von der Bremsscheibe abgewandten Fläche des Bremsbetätigungshebels (4) und/oder auf dessen der Bremsscheibe zugewandten Fläche verteilt sind.
8. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere der Dehnungsmeßstreifen (7) oder der Piezzolemente (8) an einem die Bremsscheibe übergreifenden Bereich des Bremssattels (1) und/oder an dessen von der Bremsscheibe abgewandten, rückwärtigen Bereich angeordnet sind.
9. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere der Dehnungsmeßstreifen (7) oder Piezzolemente (8) an einem Verschlußgehäuse (9) für den Bremssattel (1) angeordnet sind.
10. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere der Dehnungsmeßstreifen oder Piezzolemente an Bremsträgerhörnern (17) des Bremsträgers (6) angeordnet sind.

11. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsmeßstreifen (7) auf einem Trägerblech angeordnet sind, welches an eine Meßstelle angeschweißt ist.

12. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnungsmeßstreifen (7) durch Aufkleben an der Scheibenbremse befestigt sind.

13. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Piezzolemente (8) in Bohrungen mit definierter Passung eingepreßt sind.

14. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung eine Meßbrücke (14) aus je einen Widerstand (RDMS1, RDMS2, RDMS3, RDMS4) bildenden Dehnungsmeßstreifen (7) aufweist.

15. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung einen Verstärker (13) aufweist, der an die Piezzolemente (7) und/oder an die Meßbrücke (14) angeschlossen ist.

16. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (13) an den Bremssattel, den Bremsträger (6) und/oder den Bremshebel angesetzt ist.

17. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung eine Signalaufbereitungseinheit (15) aufweist.

18. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung mit einem Steuergerät (16) für die Bremse verbunden ist.

19. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung über eine Datenleitung oder über eine IR- oder Funkstrecke mit dem Steuergerät (16) für die Bremse verbunden ist.

20. Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (13) als Miniaturverstärker ausgelegt ist.

21. Verfahren zur Bestimmung der Bremskraft bei Bremsungen mit einer Scheibenbremse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe eines Spannungssensor zumindest am Bremsbetätigungshebel (4), am Bremsakuator (3), am Bremssattel (1) und/oder an einem Bremsträger (6) Spannungen gemessen werden, aus welchen die auf die Bremse ausgeübte Zuspannkraft bzw. das Bremsmoment ermittelt wird.

---

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

---

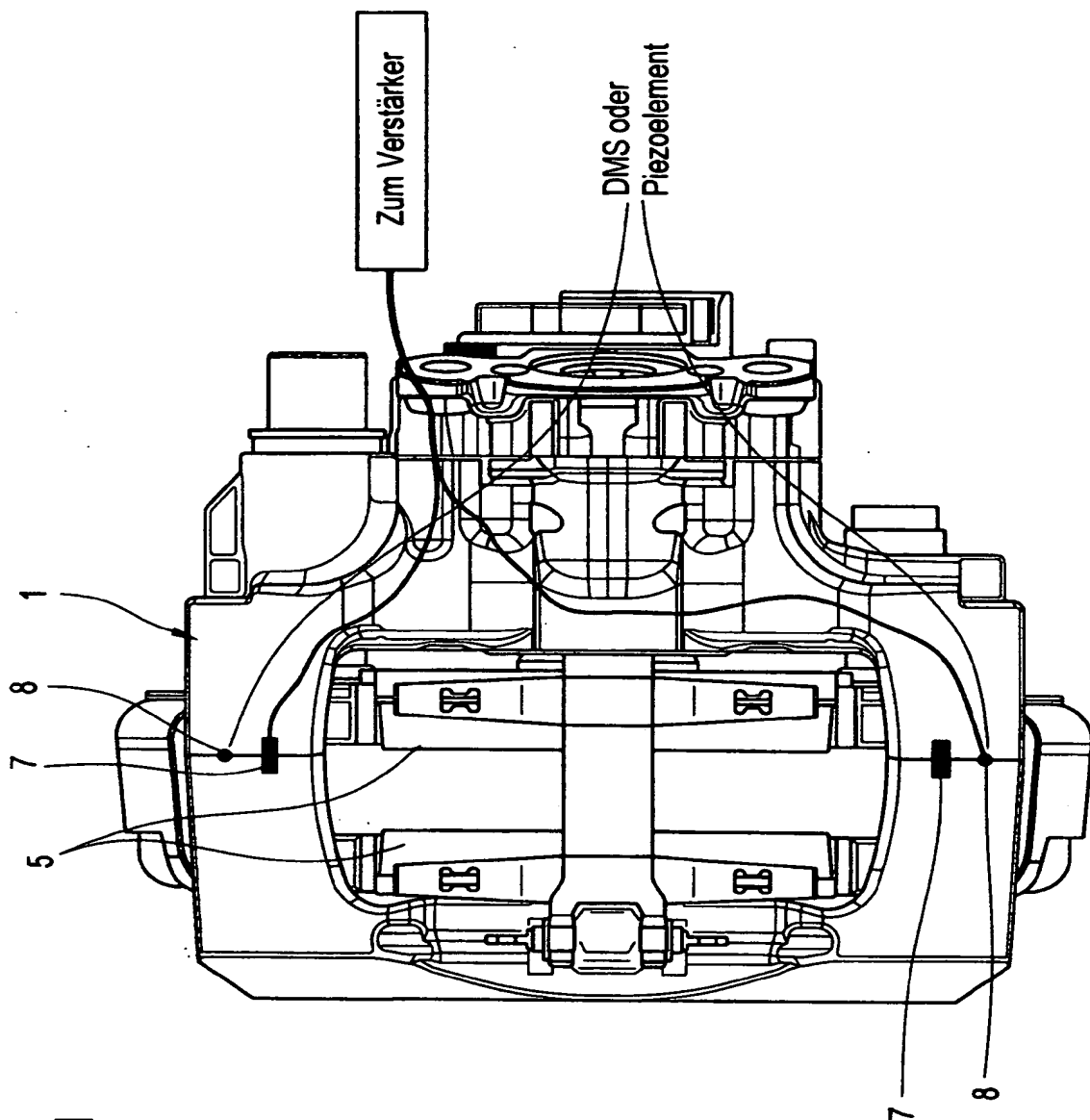


Fig.1

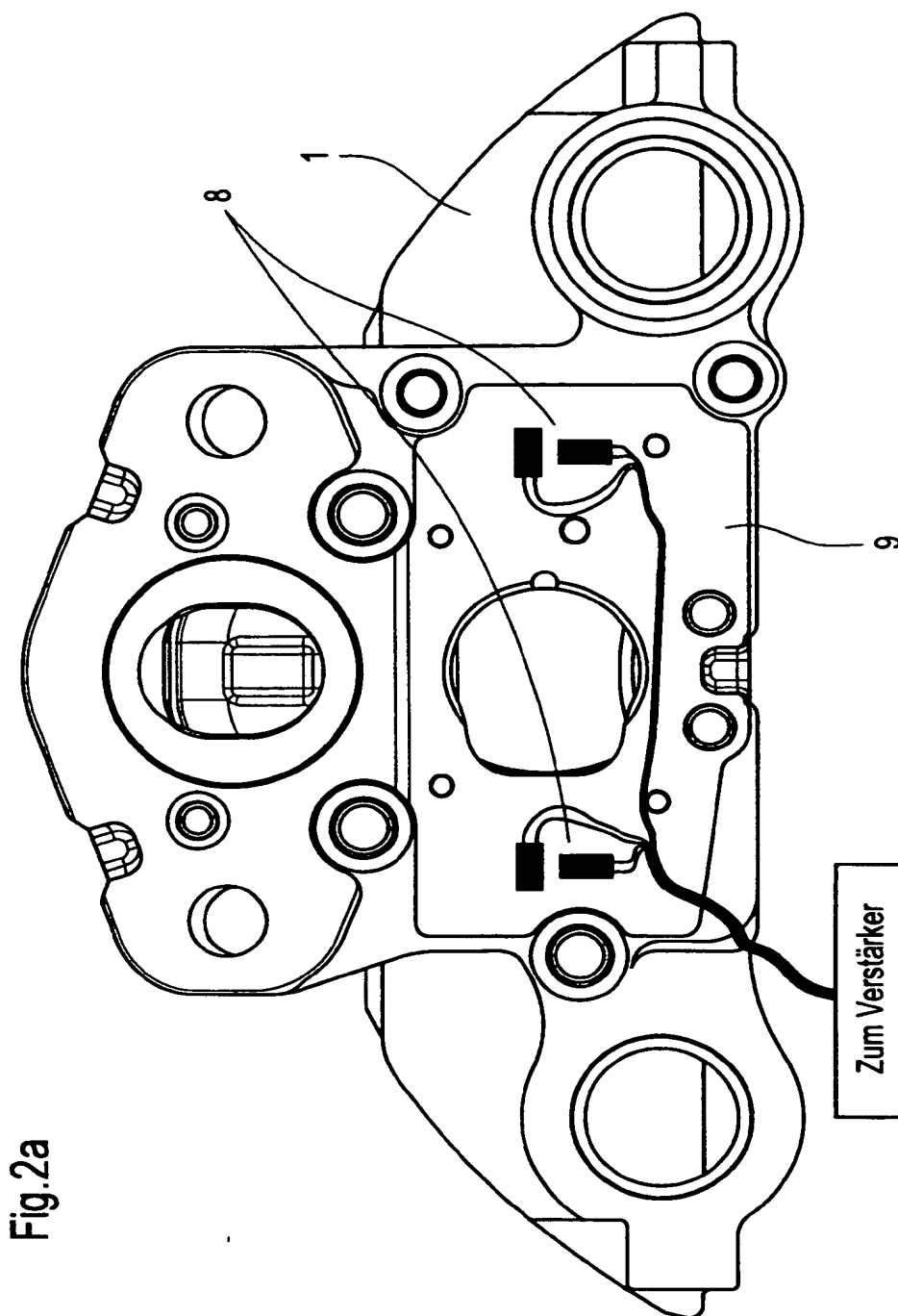
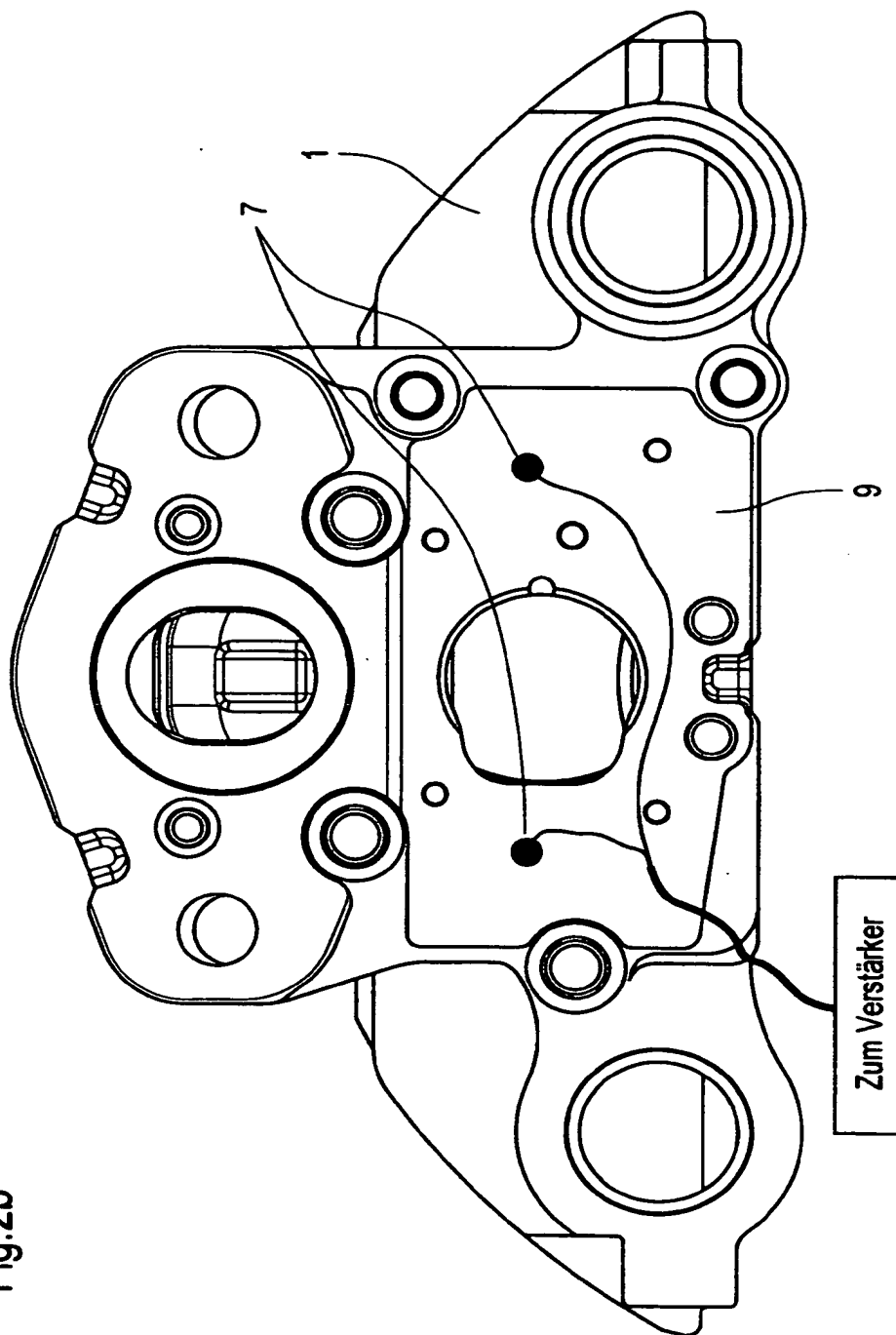


Fig.2b



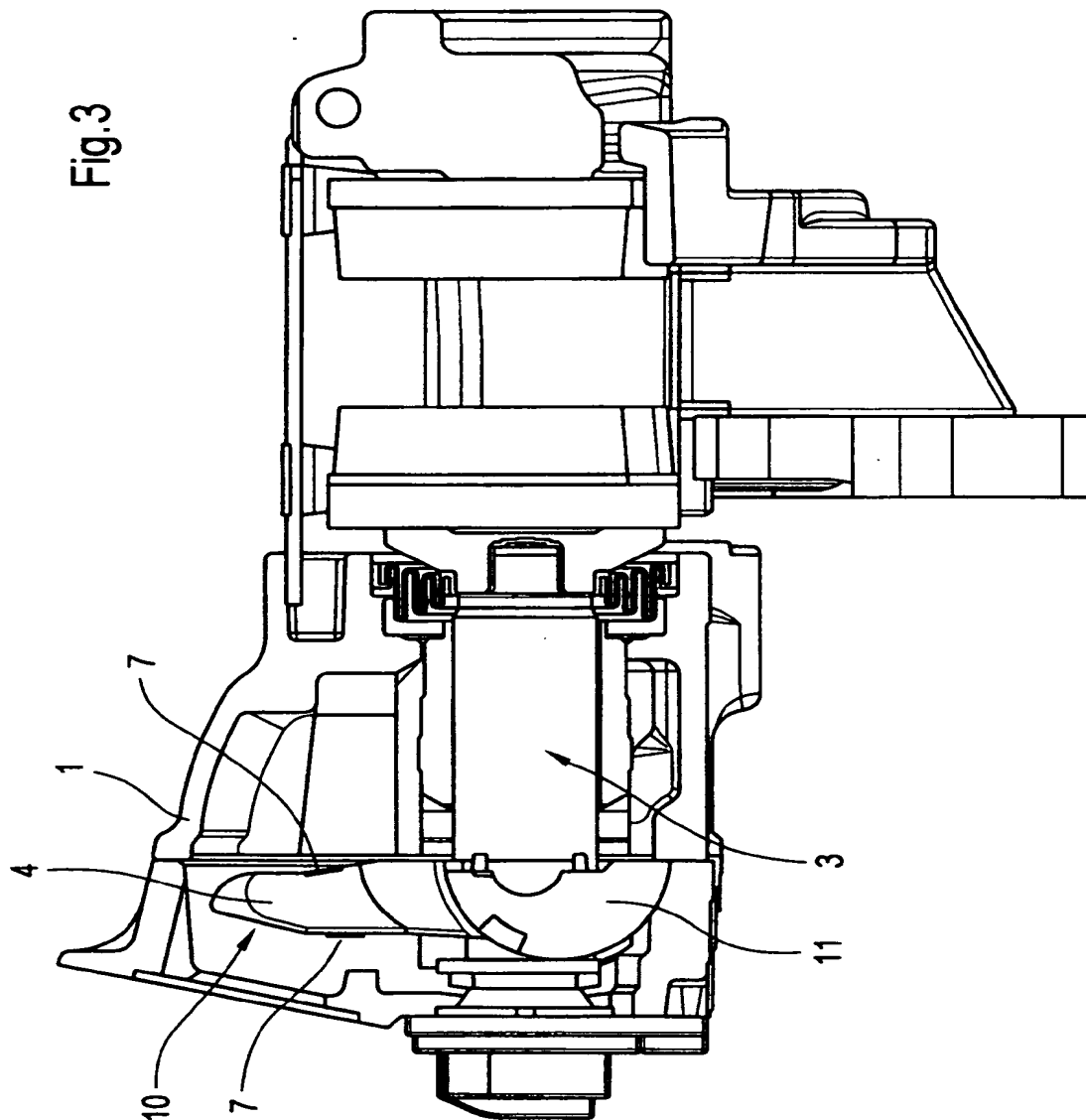




Fig.4

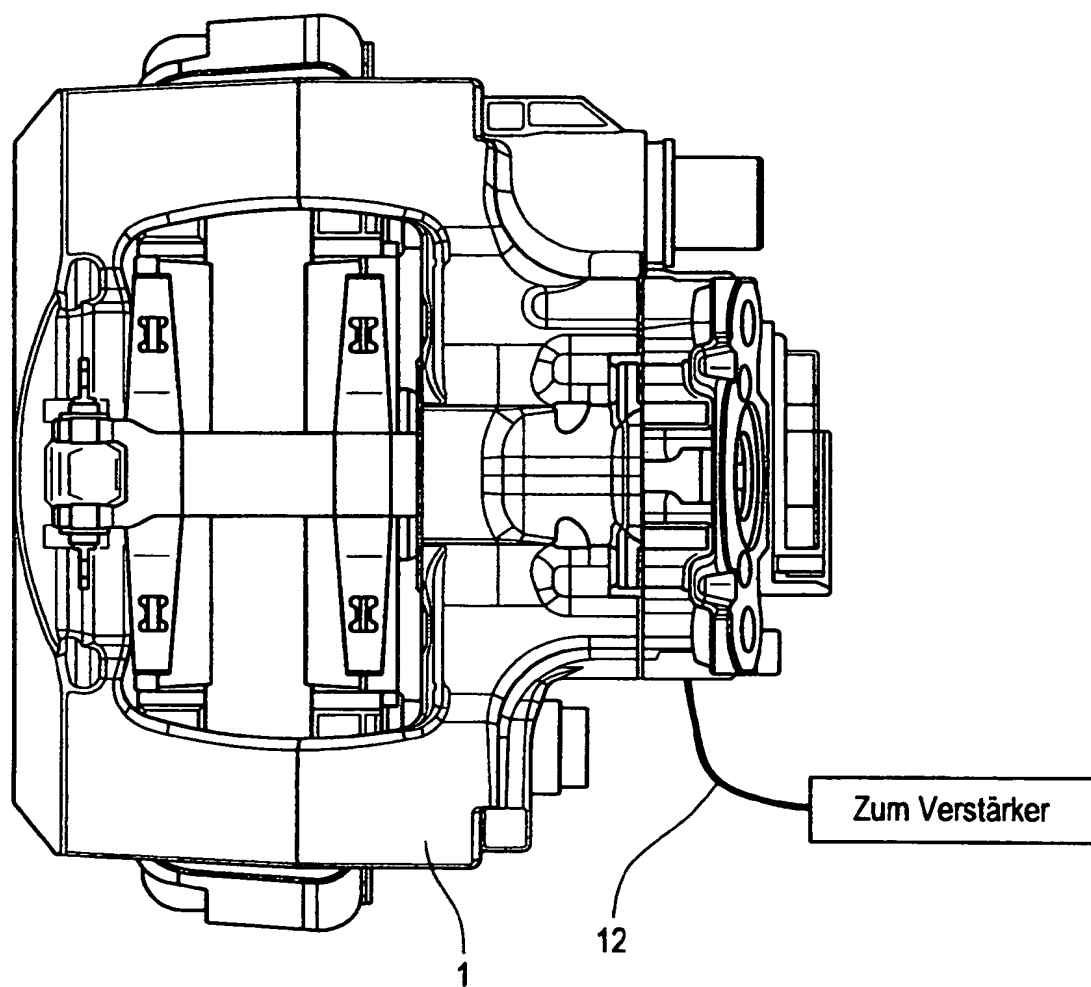


Fig.5

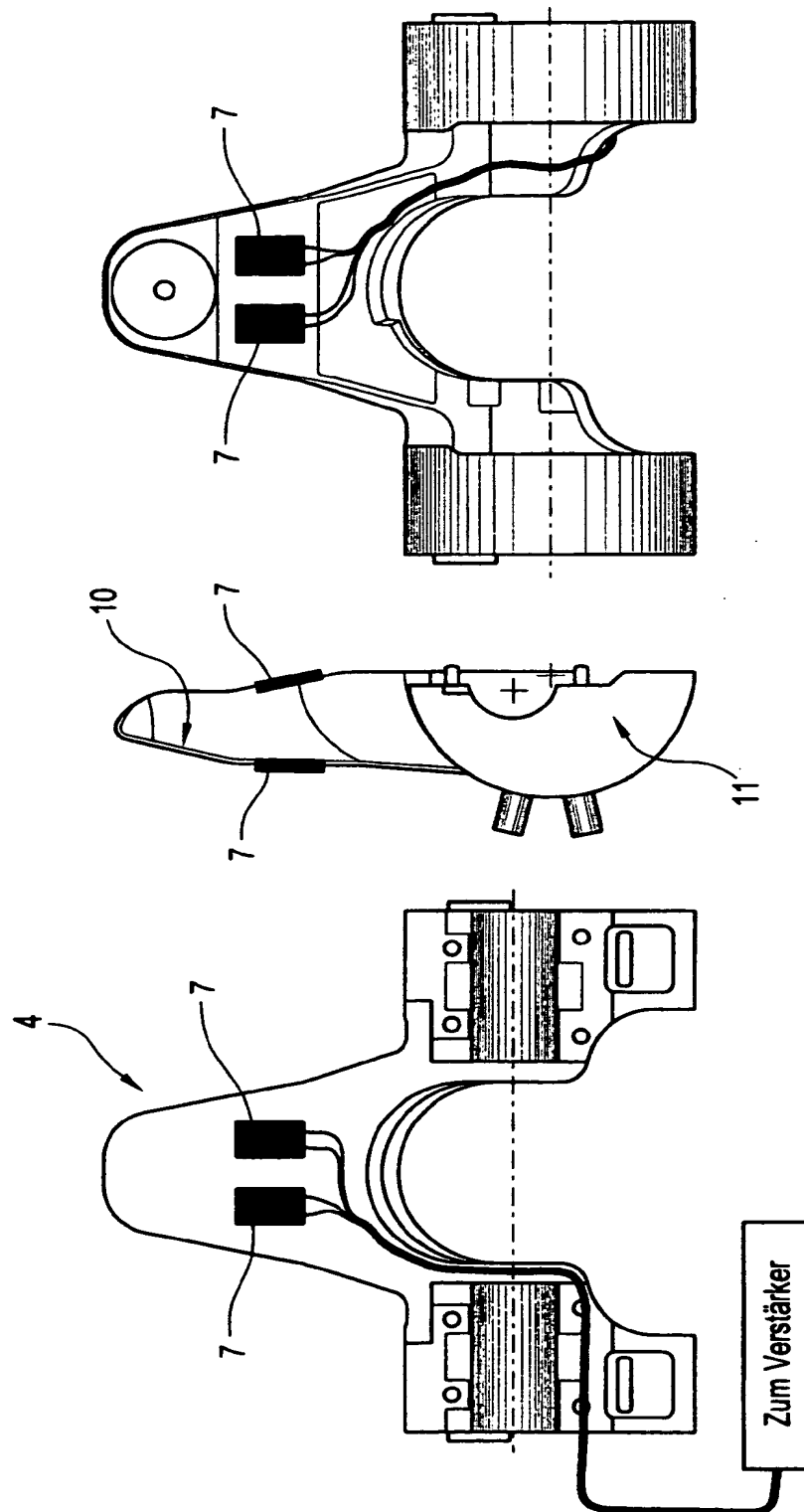
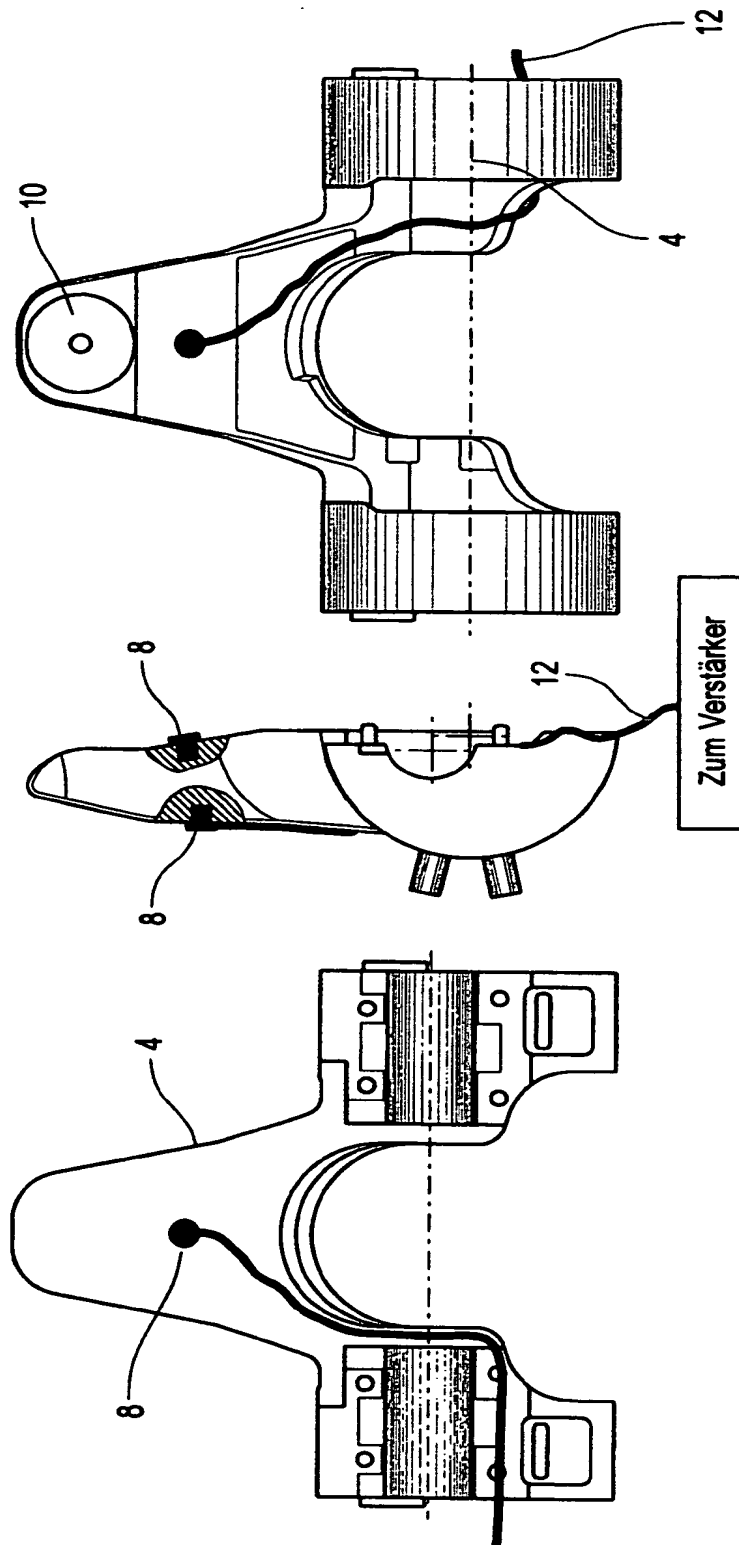
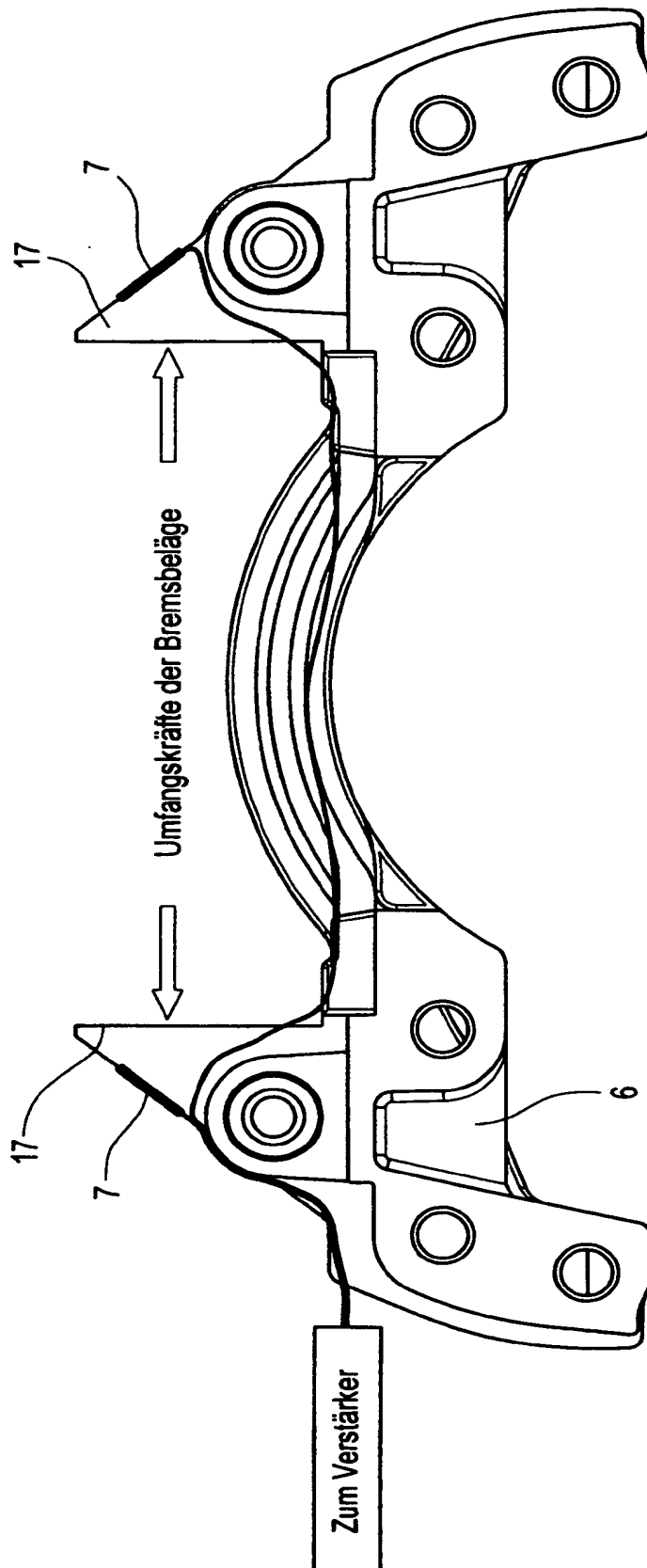
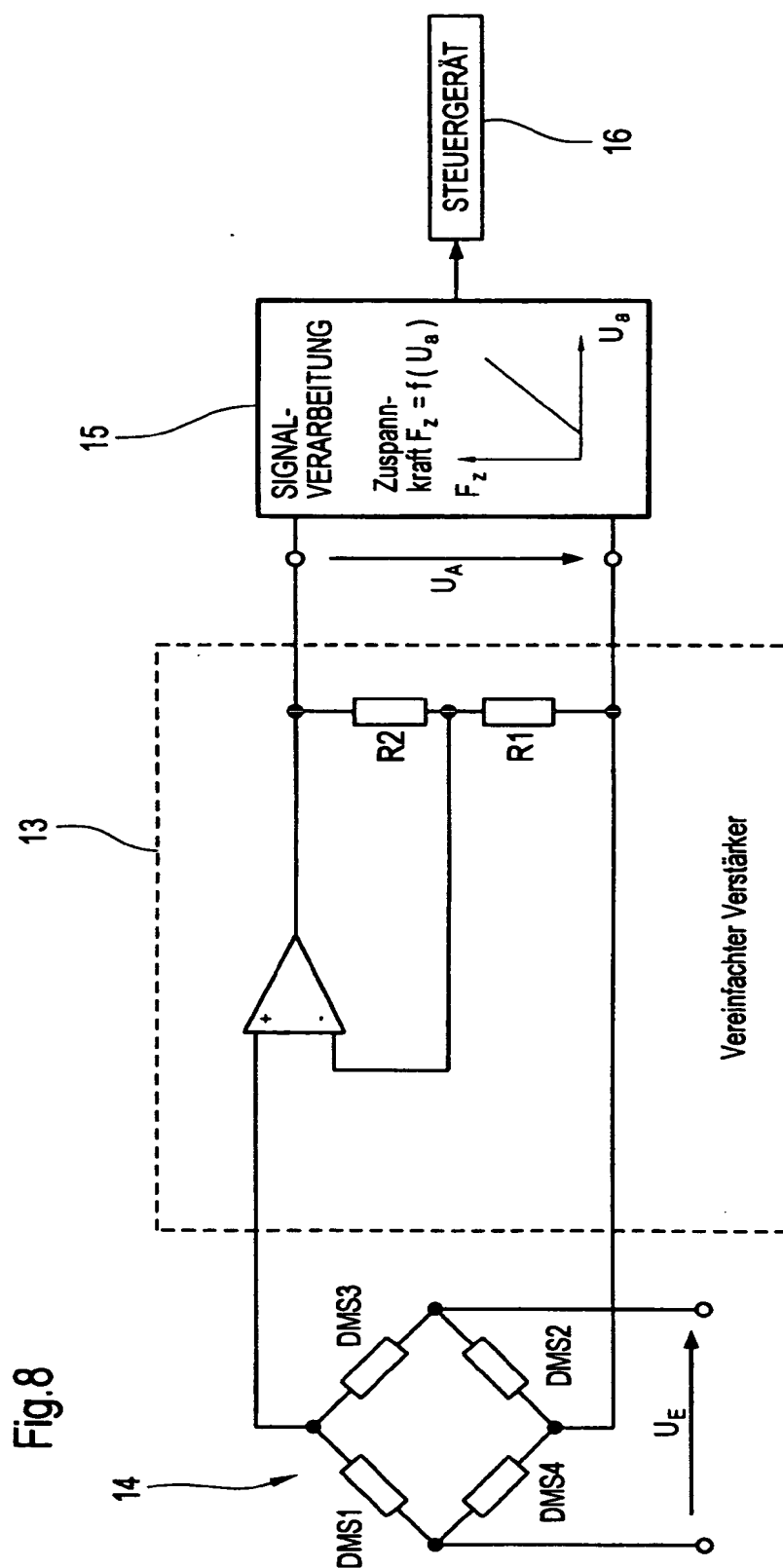


Fig.6



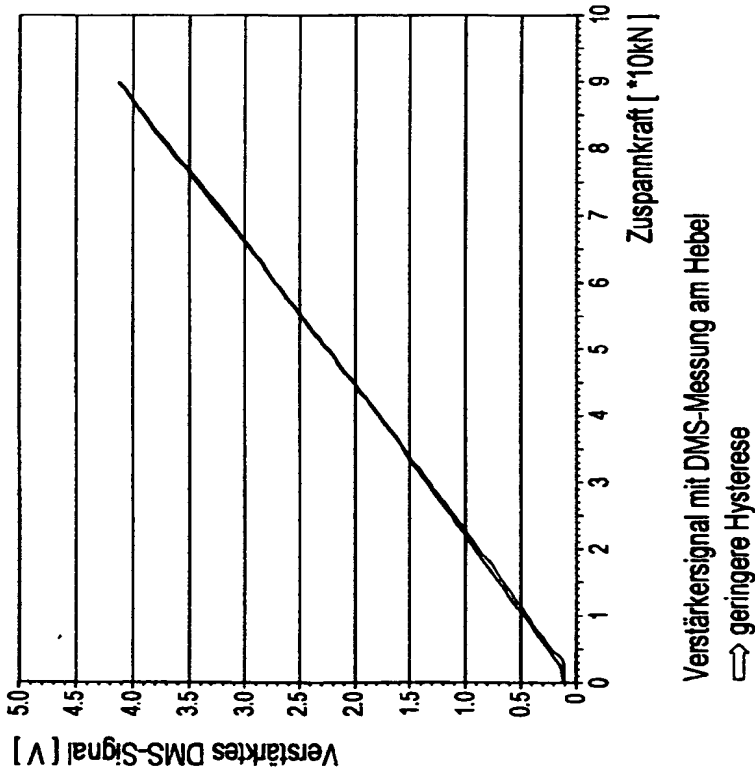
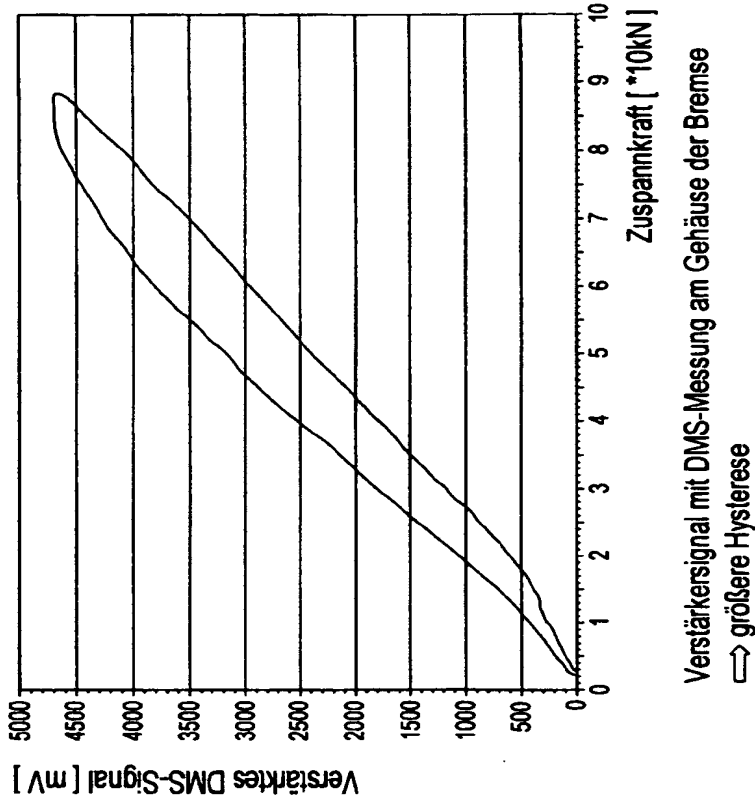
**Fig.7**





$U_E$  = Versorgungsspannung der DMS-Messbrücke  
 $U_A$  = verstärktes Ausgangssignal des Verstärkers

Fig.9



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**